

(19)



(11)

EP 3 321 068 B2

(12)

NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT
Nach dem Einspruchsverfahren

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Entscheidung über den Einspruch:
02.04.2025 Patentblatt 2025/14

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
B29C 64/25 ^(2017.01) **B29C 64/264** ^(2017.01)
B33Y 10/00 ^(2015.01) **B33Y 30/00** ^(2015.01)

(45) Hinweis auf die Patenterteilung:
18.11.2020 Patentblatt 2020/47

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
B33Y 10/00; B22F 12/38; B29C 64/25;
B29C 64/264; B33Y 30/00; B22F 10/28;
B22F 12/49; Y02P 10/25

(21) Anmeldenummer: **17178085.1**

(22) Anmeldetag: **27.06.2017**

(54) **VORRICHTUNG ZUR ADDITIVEN HERSTELLUNG DREIDIMENSIONALER OBJEKTE**
APPARATUS FOR ADDITIVE MANUFACTURING OF THREE-DIMENSIONAL OBJECTS
DISPOSITIF DE FABRICATION ADDITIVE D'OBJETS TRIDIMENSIONNELS

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **15.11.2016 DE 102016121951**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
16.05.2018 Patentblatt 2018/20

(60) Teilanmeldung:
18203050.2 / 3 466 650

(73) Patentinhaber: **Concept Laser GmbH**
96215 Lichtenfels (DE)

(72) Erfinder:
• **Stammberger, Jens**
96472 Rödentel (DE)
• **Winiarski, Daniel**
96321 Bad Staffelstein (DE)

(74) Vertreter: **Hafner & Kohl PartmbB**
Schleiermacherstraße 25
90491 Nürnberg (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 1 600 282 WO-A1-2014/012764

EP 3 321 068 B2

Beschreibung

[0001] Vorrichtung zur additiven Herstellung dreidimensionaler Objekte durch sukzessive schichtweise selektive Belichtung und damit einhergehende sukzessive schichtweise selektive Verfestigung von Baumaterialschichten aus einem vermittels eines Laserstrahls verfestigbaren Baumaterial, umfassend eine Prozesskammer und eine Belichtungseinrichtung mit den weiteren Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1.

[0002] Entsprechende Vorrichtungen zur additiven Herstellung dreidimensionaler Objekte sind, z. B. in Form von Vorrichtungen zur Durchführung selektiver Lasersinter- bzw. selektiver Laserschmelzverfahren, an und für sich bekannt. Entsprechende Vorrichtungen umfassen eine Prozesskammer, in welcher die sukzessive schichtweise selektive Belichtung und die damit einhergehende sukzessive schichtweise selektive Verfestigung jeweiliger Baumaterialschichten erfolgt, sowie eine Belichtungseinrichtung, welcher zur Erzeugung eines Laserstrahls zur selektiven Belichtung und damit einhergehenden Verfestigung jeweiliger Baumaterialschichten eingerichtet ist.

[0003] Die im Betrieb entsprechender Vorrichtungen prozessbedingt entstehende Prozesswärme bedingt eine Erwärmung der Prozesskammer. Bis dato ist es üblich, die Belichtungseinrichtung unmittelbar an bzw. auf einer freiliegenden Außenfläche der Prozesskammer anzuordnen, sodass die Erwärmung und die damit einhergehende thermische Ausdehnung der Prozesskammer unweigerlich zu einer gewissen Änderung der Positionierung der exakt zu positionierenden bzw. exakt positionierten Belichtungseinrichtung führen kann. EP-A-1600282 offenbart die Merkmale des Oberbegriffs des Anspruchs 1.

[0004] Dies stellt einen verbesserungswürdigen Zustand dar, als sich Änderungen der Positionierung der Belichtungseinrichtung negativ auf eine exakte Belichtung jeweiliger selektiv zu belichtender bzw. zu verfestigender Baumaterialschichten und somit auf die Qualität der herzustellenden Objekte auswirken können.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine demgegenüber verbesserte Vorrichtung zur additiven Herstellung dreidimensionaler Objekte anzugeben.

[0006] Die Aufgabe wird durch eine Vorrichtung zur additiven Herstellung dreidimensionaler Objekte gemäß Anspruch 1 gelöst. Die hierzu abhängigen Ansprüche betreffen mögliche Ausführungsformen der Vorrichtung.

[0007] Die hierin beschriebene Vorrichtung ("Vorrichtung") ist zur additiven Herstellung dreidimensionaler Objekte, d. h. beispielsweise technischer Bauteile bzw. technischer Bauteilgruppen, durch sukzessive schichtweise selektive Belichtung und damit einhergehende sukzessive schichtweise selektive Verfestigung von Baumaterialschichten aus einem vermittels eines Laserstrahls verfestigbaren Baumaterial eingerichtet. Bei dem Baumaterial kann es sich insbesondere um ein partikuläres bzw. pulverförmiges Metall-, Kunststoff- und/oder

Keramikmaterial handeln. Die selektive Verfestigung jeweiliger selektiv zu verfestigender Baumaterialschichten erfolgt auf Grundlage objektbezogener Baudaten. Entsprechende Baudaten beschreiben die geometrisch-konstruktive Gestalt des jeweils additiv herzustellenden Objekts und können beispielsweise "geslicte" CAD-Daten des additiv herzustellenden Objekts beinhalten. Die Vorrichtung kann als SLM-Vorrichtung, d. h. als Vorrichtung zur Durchführung selektiver Laserschmelzverfahren (SLM-Verfahren), oder als SLS-Vorrichtung, d. h. als Vorrichtung zur Durchführung selektiver Lasersinterverfahren (SLS-Verfahren), ausgebildet sein.

[0008] Die Vorrichtung umfasst die zur Durchführung additiver Bauvorgänge typischerweise erforderlichen Funktionskomponenten. Hierzu zählen insbesondere eine Beschichtungseinrichtung und eine Belichtungseinrichtung. Die Beschichtungseinrichtung ist zur Ausbildung selektiv zu verfestigender Baumaterialschichten (in der Bauebene der Vorrichtung) eingerichtet. Die Beschichtungseinrichtung kann mehrere Bestandteile umfassen, d. h. z. B. ein ein, insbesondere klingenförmiges, Beschichtungswerkzeug umfassendes Beschichtungselement sowie eine Führungseinrichtung zur Führung des Beschichtungselements entlang einer definierten Bewegungsbahn.

[0009] Die Belichtungseinrichtung ist zur Erzeugung eines Laserstrahls zur selektiven Belichtung und damit einhergehenden Verfestigung jeweiliger Baumaterialschichten (in der Bauebene der Vorrichtung) eingerichtet. Auch die Belichtungseinrichtung kann mehrere Bestandteile umfassen, d. h. z. B. eine Strahlerzeugungseinrichtung zur Erzeugung eines Laserstrahls, eine Strahlablenkeinrichtung (Scannereinrichtung) zur Ablenkung eines von der Strahlerzeugungseinrichtung erzeugten Laserstrahls auf einen selektiv zu belichtenden Bereich einer selektiv zu verfestigenden Baumaterialschicht sowie diverse optische Elemente, wie z. B. Filterelemente, Objektiv Elemente, Linsenelemente, etc. Die Belichtungseinrichtung kann auch als Optik der Vorrichtung bezeichnet bzw. erachtet werden.

[0010] Die Belichtungseinrichtung ist an einer durch ein oder mehrere, insbesondere profilartige bzw. -förmige, Gestellkonstruktionselemente gebildete oder solche umfassende Gehäusekonstruktion wärmeentkoppelt beabstandet von der Prozesskammer angeordnet oder ausgebildet. Unter einer wärmeentkoppelt beabstandeten Anordnung oder Ausbildung der Belichtungseinrichtung, d. h. insbesondere einer der Belichtungseinrichtung zugehörigen Strahlablenkeinrichtung, relativ zu der Prozesskammer ist zu verstehen, dass keine Wärme (thermische Energie), welche gegebenenfalls zu einer unerwünschten Änderung der Positionierung, d. h. der Ausrichtung und/oder Anordnung, der Belichtungseinrichtung führen könnte, von der Prozesskammer auf die Belichtungseinrichtung übertragen werden kann. Die Belichtungseinrichtung ist derart räumlich von der Prozesskammer beabstandet, dass keine Wärmeübertragung von der Prozesskammer auf die Belichtungsein-

richtung möglich ist. Die Belichtungseinrichtung ist in thermischer Hinsicht völlig von der Prozesskammer entkoppelt; ein Wärmeübergang von der Prozesskammer auf die Belichtungseinrichtung (und umgekehrt) ist nicht möglich.

[0011] Zwischen der Belichtungseinrichtung und der Prozesskammer ist demnach typischerweise ein Abstand zwischen der Belichtungseinrichtung und der Prozesskammer definierender Spaltraum gebildet. Der Spaltraum kann einen Abstand zwischen der Belichtungseinrichtung und der Prozesskammer von einigen Millimetern, d. h. insbesondere einen Abstand von wenigstens einem Millimeter, definieren. Zwischen der Belichtungseinrichtung und der Prozesskammer besteht demnach typischerweise kein physikalischer, d. h. insbesondere kein mechanischer, Kontakt, welcher eine Wärmeübertragung von der Prozesskammer auf die Belichtungseinrichtung ermöglichen könnte.

[0012] Derart ist der im Zusammenhang mit dem eingangs beschriebenen Stand der Technik beschriebenen Problematik begegnet, als es durch die wärmeentkoppelt beabstandet von der Prozesskammer angeordnete oder ausgebildete Belichtungseinrichtung nicht möglich ist, dass die sich im Betrieb entsprechender Vorrichtungen aufgrund der prozessbedingt entstehenden Prozesswärme erwärmende Prozesskammer einen negativen Einfluss auf die Positionierung der Belichtungseinrichtung hat.

[0013] Die Belichtungseinrichtung ist an einer Gestellkonstruktion angeordnet. Bei der Gestellkonstruktion kann es sich um eine äußere Gehäusegestellkonstruktion der Vorrichtung handeln, welche typischerweise eine (geschlossene) Gehäuse- bzw. Verkleidungskonstruktion der Vorrichtung bildet und sonach im (im Wesentlichen) die äußere Gestalt der Vorrichtung definiert. Wie sich im Weiteren ergibt, bestehen andere Ausführungsformen, gemäß welchen es sich bei der Gestellkonstruktion, an welcher die Belichtungseinrichtung angeordnet oder ausgebildet ist, nicht um die äußere Gehäusegestellkonstruktion der Vorrichtung handelt.

[0014] Im Hinblick auf die Anordnung bzw. Ausbildung der Belichtungseinrichtung an der Gestellkonstruktion bestehen unterschiedliche Möglichkeiten, welche im Weiteren näher erläutert werden.

[0015] Die Vorrichtung kann z. B. eine (gemeinsame) Gestellkonstruktion umfassen, an welcher die Belichtungseinrichtung und die Prozesskammer angeordnet oder ausgebildet sind. Die Belichtungseinrichtung ist dabei derart beabstandet von der Prozesskammer an der Gestellkonstruktion angeordnet oder ausgebildet, dass eine Änderung der Positionierung der Belichtungseinrichtung an der Gestellkonstruktion aufgrund der im Betrieb der Vorrichtung über die Prozesskammer in die Gestellkonstruktion eingebrachten thermischen Energie nicht erfolgt bzw. nicht möglich ist. Die im Betrieb der Vorrichtung über die Prozesskammer in die Gestellkonstruktion eingebrachte thermische Energie reicht schlicht nicht aus, insbesondere aufgrund thermischer Ausdeh-

nung, eine unerwünschte Änderung der Positionierung der Belichtungseinrichtung zu bedingen.

[0016] Dies kann konstruktiv z. B. derart realisiert sein, dass die Belichtungseinrichtung an wenigstens einem ersten Gestellkonstruktionsabschnitt und die Prozesskammer an wenigstens einem weiteren Gestellkonstruktionsabschnitt angeordnet oder ausgebildet ist, wobei der wenigstens eine erste Gestellkonstruktionsabschnitt derart beabstandet von dem wenigstens einen weiteren Gestellkonstruktionsabschnitt angeordnet oder ausgebildet ist, dass eine Änderung der Positionierung der Belichtungseinrichtung an der Gestellkonstruktion aufgrund der im Betrieb der Vorrichtung über die Prozesskammer in die Gestellkonstruktion eingebrachten thermischen Energie nicht erfolgt bzw. nicht möglich ist.

[0017] Alternativ kann die Vorrichtung mehrere gesonderte wärmeentkoppelt voneinander beabstandet angeordnete Gestellkonstruktionen umfassen, wobei die Belichtungseinrichtung an einer ersten Gestellkonstruktion und die Prozesskammer an einer zweiten Gestellkonstruktion angeordnet oder ausgebildet ist. Auch in diesem Zusammenhang ist unter einer wärmeentkoppelt voneinander beabstandeten Anordnung jeweiliger Gestellkonstruktionen zu verstehen, dass keine Wärme (thermische Energie), welche gegebenenfalls zu einer unerwünschten Änderung der Positionierung, d. h. der Ausrichtung und/oder Anordnung, der Belichtungseinrichtung führen könnte, von der zweiten Gestellkonstruktion auf die erste Gestellkonstruktion übertragen werden kann. Die jeweiligen Gestellkonstruktionen sind derart räumlich voneinander beabstandet, dass keine Wärmeübertragung von der zweiten Gestellkonstruktion auf die erste Gestellkonstruktion möglich ist.

[0018] Die jeweiligen Gestellkonstruktionen können ineinander angeordnet sein, wobei die zweite Gestellkonstruktion baulich-konstruktiv geringere Abmessungen aufweist als die erste Gestellkonstruktion. Die zweite Gestellkonstruktion kann insofern als innere Gestellkonstruktion, die erste Gestellkonstruktion als äußere Gestellkonstruktion erachtet bzw. bezeichnet werden. Dies ermöglicht einen kompakte, gleichwohl wärmeentkoppelte Anordnung jeweiliger Gestellkonstruktionen dar. Der durch die erste bzw. die äußere Gestellkonstruktion definierte Innenraum kann gegebenenfalls inertisierbar sein.

[0019] Die Belichtungseinrichtung ist an einem gesonderten Gestellkonstruktionsabschnitt bzw. an einem gesonderten Gestellkonstruktionselement, welcher bzw. welches aus einem Material, insbesondere einem Metall, mit einem Wärmeausdehnungskoeffizienten in einem Bereich zwischen $0,5$ und $3,0 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ gebildet ist, angeordnet oder ausgebildet. Bei einem entsprechenden Material kann es sich z. B. um eine unter der Bezeichnung "Invar" bekannte Eisen-Nickel-Legierung handeln, deren Wärmeausdehnungskoeffizient (in einem Temperaturbereich zwischen 20 und 90°C) zwischen $0,5$ und $2,0 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ liegt. An dieser Stelle ist allgemein anzumerken, dass die Gestellkonstruktion, an welcher die Belich-

tungseinrichtung angeordnet oder ausgebildet ist, zweckmäßig aus einem Material mit einem vergleichsweise geringen Wärmeausdehnungskoeffizient (Längen- bzw. Raumausdehnungskoeffizient) gebildet ist.

[0020] Wie erwähnt, ist zwischen der Belichtungseinrichtung und der Prozesskammer typischerweise ein Abstand zwischen der Belichtungseinrichtung und der Prozesskammer definierender Spaltraum gebildet. In dem Spaltraum kann wenigstens ein sich zwischen der Belichtungseinrichtung, insbesondere einem Laserstrahlauskopplungspunkt der Belichtungseinrichtung bzw. einer dieser zugehörigen Strahlableitvorrichtung, über welchen ein Laserstrahl aus der Belichtungseinrichtung, insbesondere einer der Belichtungseinrichtung zugehörigen Strahlableitvorrichtung, auskoppelt bzw. austritt und einem Laserstrahleinkopplungspunkt, insbesondere einem Laserstrahleinkopplungsfenster, über welchen ein Laserstrahl in einen durch die Prozesskammer definierten Prozesskammerinnenraum einkoppelt bzw. eintritt, angeordnetes oder ausgebildetes Abschirmelement zur Abschirmung des sich zwischen der Belichtungseinrichtung, insbesondere dem Laserstrahlaustrittspunkt der Belichtungseinrichtung, und der Prozesskammer, insbesondere dem Laserstrahleinkopplungspunkt der Prozesskammer, erstreckenden Laserstrahls angeordnet oder ausgebildet sein. Das Abschirmelement kann eine faltenbalgartige bzw. -förmige oder eine hülsenartige bzw. -förmige geometrisch-konstruktive Gestalt aufweisen und ist aus einem geeigneten Abschirmmaterial, d. h. z. B. Glas, Stahl, etc. gebildet. Das Abschirmelement stellt eine Abschirmung der Vorrichtung sicher, d. h. es verhindert einen unerwünschten Austritt des Laserstrahls, insbesondere über den sich zwischen der Belichtungseinrichtung und der Prozesskammer erstreckenden Spaltraum, aus der Vorrichtung.

[0021] Mit dem gleichen Zweck ist es auch denkbar, dass eine wenigstens ein, insbesondere flächiges, Abschirmelement umfassende Abschirmgehäusekonstruktion, welche um die Gestellkonstruktion, an welcher die Belichtungseinrichtung angeordnet oder ausgebildet ist, angeordnet oder ausgebildet ist. Die Abschirmgehäusekonstruktion stellt eine Einhausung wenigstens der Gestellkonstruktion, an welcher die Belichtungseinrichtung angeordnet oder ausgebildet ist, dar, welche einen unerwünschten Austritt des Laserstrahls, insbesondere über den sich zwischen der Belichtungseinrichtung und der Prozesskammer erstreckenden Spaltraum, aus der Vorrichtung verhindert.

[0022] Die Erfindung ist anhand von Ausführungsbeispielen in den Zeichnungsfiguren näher erläutert. Dabei zeigen:

Fig. 1 - 3 je eine Prinzipdarstellung einer Vorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel.

[0023] Die Fig. 1 - 3 zeigen jeweils eine Prinzipdarstellung einer Vorrichtung 1 gemäß einem Ausführungsbeispiel der Vorrichtung 1.

[0024] Die Vorrichtung 1 dient der additiven Herstellung dreidimensionaler Objekte 2, d. h. insbesondere technischer Bauteile bzw. technischer Bauteilgruppen, durch sukzessives schichtweises selektives Belichten und damit einhergehendes sukzessives schichtweises selektives Verfestigen von Baumaterialschichten aus einem verfestigbaren Baumaterial 3, d. h. z. B. eines Metallpulvers, vermittelt Laserstrahlung, vgl. Laserstrahl 4. Die selektive Verfestigung jeweiliger zu verfestigender Baumaterialschichten erfolgt auf Grundlage von objektbezogenen Baudaten. Entsprechende Baudaten beschreiben die geometrische bzw. geometrisch-konstruktive Gestalt des jeweils additiv herzustellenden Objekts 2 und können beispielsweise "geslicte" CAD-Daten des herzustellenden Objekts 2 beinhalten. Die Vorrichtung 1 kann als Laser-CUSING®-Vorrichtung, d. h. als Vorrichtung zur Durchführung selektiver Laserschmelzverfahren, ausgebildet sein.

[0025] Die Vorrichtung 1 umfasst die zur Durchführung additiver Bauvorgänge erforderlichen Funktionskomponenten; in den Fig. ist lediglich eine Beschichtungseinrichtung 5 und eine Belichtungseinrichtung 6 gezeigt.

[0026] Die Beschichtungseinrichtung 5 ist zur Ausbildung selektiv zu belichtender bzw. selektiv zu verfestigender Baumaterialschichten in einer Bauebene der Vorrichtung 1 eingerichtet. Die Beschichtungseinrichtung 5 umfasst eine mehrere Beschichterelemente umfassende Beschichterelementbaugruppe (nicht näher bezeichnet), welche über eine Führungseinrichtung (nicht gezeigt) in, wie durch den Doppelpfeil P1 angedeutet, horizontaler Richtung in einer Prozesskammer 7 der Vorrichtung 1 bewegbar gelagert ist.

[0027] Die Belichtungseinrichtung 6 ist zur selektiven Belichtung selektiv zu verfestigender Baumaterialschichten in der Bauebene der Vorrichtung 1 eingerichtet und umfasst hierfür eine Strahlerzeugungseinrichtung (nicht gezeigt), welche zur Erzeugung eines Laserstrahls 4 eingerichtet ist, eine Strahlableitvorrichtung (nicht gezeigt), welche zur Ablenkung eines von der Strahlerzeugungseinrichtung erzeugten Laserstrahls 4 auf einen zu belichtenden Bereich einer selektiv zu verfestigenden Baumaterialschicht eingerichtet ist, sowie diverse optische Elemente, wie z. B. Filterelemente, Objektivelemente, Linsenelemente, etc. Die Belichtungseinrichtung 6 kann auch als Optik der Vorrichtung 1 bezeichnet bzw. erachtet werden.

[0028] In den Fig. ist ferner ein Dosiermodul 8, ein Baumodul 9 und ein Überlaufmodul 10 dargestellt, welche an einen unteren Bereich der Prozesskammer 7 der Vorrichtung 1 angedockt sind. Die genannten Module können auch einen unteren Bereich der Prozesskammer 7 bilden.

[0029] Die Belichtungseinrichtung 6 ist an einer durch ein oder mehrere, z. B. profilartige bzw. -förmige, Gestellkonstruktionselemente (nicht näher bezeichnet) gebildete bzw. solche umfassende Gehäusekonstruktion 11 wärmeentkoppelt beabstandet von der Prozesskammer 7 angeordnet. Unter einer wärmeentkoppelt beab-

standeten Anordnung oder Ausbildung der Belichtungseinrichtung 6, d. h. insbesondere der der Belichtungseinrichtung 6 zugehörigen Strahlableinrichtung, relativ zu der Prozesskammer 7 ist zu verstehen, dass keine Wärme (thermische Energie), welche gegebenenfalls zu einer unerwünschten Änderung der Positionierung, d. h. der Ausrichtung und/oder Anordnung, der Belichtungseinrichtung 6 (z. B. relativ zu einer Referenzpositionierung) führen könnte, von der Prozesskammer 7 auf die Belichtungseinrichtung 6 übertragen werden kann. Die Belichtungseinrichtung 6 ist derart räumlich von der Prozesskammer 7 beabstandet, dass keine Wärmeübertragung von der Prozesskammer 7 auf die Belichtungseinrichtung 6 möglich ist. Die Belichtungseinrichtung 6 ist in thermischer Hinsicht also völlig von der Prozesskammer 7 entkoppelt.

[0030] Ersichtlich ist zwischen der Belichtungseinrichtung 6 und der Prozesskammer 7 ein Abstand zwischen der Belichtungseinrichtung 6 und der Prozesskammer 7 definierender Spaltraum 12 gebildet. Der Spaltraum 12 kann einen Abstand von einigen Millimetern, d. h. insbesondere einen Abstand von wenigstens einem Millimeter, definieren. Zwischen der Belichtungseinrichtung 6 und der Prozesskammer 7 besteht demnach kein physikalischer, d. h. insbesondere kein mechanischer, Kontakt, welcher eine Wärmeübertragung von der Prozesskammer 7 auf die Belichtungseinrichtung 6 ermöglichen könnte.

[0031] Mit anderen Worten ist es durch die wärmeentkoppelt beabstandete Anordnung der Belichtungseinrichtung 6 von der Prozesskammer 7 nicht möglich ist, dass die sich im Betrieb der Vorrichtung 1 aufgrund der prozessbedingt entstehenden Prozesswärme erwärmende Prozesskammer 7 einen negativen Einfluss auf die Positionierung der Belichtungseinrichtung 6 hat.

[0032] In dem in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiel ist die Belichtungseinrichtung 6 an einer Gestellkonstruktion 11, welche eine äußere Gehäusegestellkonstruktion der Vorrichtung 1 bildet, angeordnet. Die Gehäusegestellkonstruktion bildet die (geschlossene) Gehäuse- bzw. Verkleidungskonstruktion der Vorrichtung 1 und definiert sonach im (im Wesentlichen) die äußere Gestalt der Vorrichtung 1.

[0033] In dem in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiel ist auch die Prozesskammer 7 an der Gestellkonstruktion 11 angeordnet. Die Vorrichtung 1 umfasst sonach eine (gemeinsame) Gestellkonstruktion 11, an welcher die Belichtungseinrichtung 6 und die Prozesskammer 7 angeordnet sind. Die Belichtungseinrichtung 6 ist dabei derart beabstandet von der Prozesskammer 7 an der Gestellkonstruktion 11 angeordnet, dass eine Änderung der Positionierung der Belichtungseinrichtung 6 an der Gestellkonstruktion 11 aufgrund der im Betrieb der Vorrichtung 1 über die Prozesskammer 7 in die Gestellkonstruktion 11 eingebrachten thermischen Energie nicht erfolgt bzw. nicht möglich ist. Die Belichtungseinrichtung 6 ist derart von der Prozesskammer 7 beabstandet angeordnet, dass die im Betrieb der Vorrichtung 1 über die

Prozesskammer 7 in die Gestellkonstruktion 11 eingebrachte thermische Energie nicht ausreicht, insbesondere aufgrund thermischer Ausdehnung, eine unerwünschte Änderung der Positionierung der Belichtungseinrichtung 6 zu bedingen.

[0034] Dies ist konstruktiv derart realisiert, dass die Belichtungseinrichtung 6 an einem ersten Gestellkonstruktionsabschnitt 11a und die Prozesskammer 7 an einem weiteren Gestellkonstruktionsabschnitt 11b angeordnet ist, wobei der erste Gestellkonstruktionsabschnitt 11a derart beabstandet von dem weiteren Gestellkonstruktionsabschnitt 11b angeordnet ist, dass eine Änderung der Positionierung der Belichtungseinrichtung 6 an der Gestellkonstruktion 11 aufgrund der im Betrieb der Vorrichtung 1 über die Prozesskammer 7 in die Gestellkonstruktion 11 eingebrachten thermischen Energie nicht erfolgt bzw. nicht möglich ist.

[0035] In dem in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiel ist weiter der erfindungsgemäße Aspekt dargestellt, dass die Belichtungseinrichtung 6 an einem gesonderten Gestellkonstruktionsabschnitt (erster Gestellkonstruktionsabschnitt 11a) bzw. an einem gesonderten Gestellkonstruktionselement der Gestellkonstruktion 11 angeordnet ist, welcher bzw. welches aus einem Material, insbesondere einem Metall, mit einem Wärmeausdehnungskoeffizienten in einem Bereich zwischen $0,5$ und $3,0 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ gebildet ist. Bei einem entsprechenden Material kann es sich z. B. um eine unter der Bezeichnung "Invar" bekannte Eisen-Nickel-Legierung handeln, deren Wärmeausdehnungskoeffizient (in einem Temperaturbereich zwischen 20 und 90°C) zwischen $0,5$ und $2,0 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ liegt.

[0036] Schließlich ist in dem in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiel die Möglichkeit dargestellt, dass in dem Spaltraum 12 ein sich zwischen der Belichtungseinrichtung 6, insbesondere einem Laserstrahlauskopplungspunkt (nicht näher bezeichnet) der Belichtungseinrichtung 6 bzw. der dieser zugehörigen Strahlableinrichtung, über welchen der Laserstrahl 4 aus der Belichtungseinrichtung 6, insbesondere der der Belichtungseinrichtung 6 zugehörigen Strahlableinrichtung, auskoppelt bzw. austritt und einem Laserstrahleinkopplungspunkt (nicht näher bezeichnet), insbesondere einem Laserstrahleinkopplungsfenster 14, über welchen der Laserstrahl 4 in den durch die Prozesskammer 7 definierten Prozesskammerinnenraum 15 einkoppelt bzw. eintritt, angeordnetes oder ausgebildetes Abschirmelement 16 zur Abschirmung des sich zwischen der Belichtungseinrichtung 6, insbesondere dem Laserstrahlaustrittspunkt der Belichtungseinrichtung 6, und der Prozesskammer 7, insbesondere dem Laserstrahleinkopplungspunkt der Prozesskammer 7, erstreckenden Laserstrahls 4 angeordnet ist. Das Abschirmelement 16 weist eine faltenbalgartige oder eine hülsenartige geometrisch-konstruktive Gestalt auf und ist aus einem geeigneten Abschirmmaterial, d. h. z. B. Glas, Stahl, etc. gebildet. Das Abschirmelement 16 stellt eine Abschirmung der Vorrichtung 1 sicher, d. h. es verhindert einen unerwünschten Austritt des Laserstrahls 4, insbesonde-

re über den sich zwischen der Belichtungseinrichtung und der Prozesskammer erstreckenden Spaltraum 12, aus der Vorrichtung 1.

[0037] In dem in Fig. 2 gezeigten Ausführungsbeispiel umfasst die Vorrichtung 1 mehrere gesonderte wärme- 5 entkoppelt voneinander beabstandet angeordnete Gestellkonstruktionen 11, 13. Die Belichtungseinrichtung 6 an einer ersten Gestellkonstruktion 11 und die Prozesskammer 7 an einer zweiten Gestellkonstruktion 13 angeordnet. Auch unter einer wärmeentkoppelt voneinan- 10 der beabstandeten Anordnung jeweiliger Gestellkonstruktionen 11, 13 ist zu verstehen, dass keine Wärme (thermische Energie), welche gegebenenfalls zu einer unerwünschten Änderung der Positionierung der Belichtungseinrichtung 6 führen könnte, von der zweiten Ge- 15 stellkonstruktion 13 auf die erste Gestellkonstruktion 11 übertragen werden kann. Die jeweiligen Gestellkonstruktionen 11, 13 sind derart räumlich voneinander beabstandet, dass keine Wärmeübertragung von der zweiten Gestellkonstruktion 13 auf die erste Gestellkonstruktion 11 möglich ist. 20

[0038] Die beiden Gestellkonstruktionen 11, 13 sind in dem in Fig. 2 gezeigten Ausführungsbeispiel ineinander angeordnet. Die zweite Gestellkonstruktion 13 weist 25 baulich-konstruktiv geringere Abmessungen auf als die erste Gestellkonstruktion 11. Die zweite Gestellkonstruktion 13 kann insofern als innere Gestellkonstruktion, die erste Gestellkonstruktion 11 als äußere Gestellkonstruktion erachtet bzw. bezeichnet werden. Der durch die 30 erste bzw. äußere Gestellkonstruktion 11 definierte Innenraum kann gegebenenfalls inertisierbar sein.

[0039] In dem in Fig. 3 gezeigten Ausführungsbeispiel ist, um eine Abschirmung der Vorrichtung 1 sicherzu- 35 stellen, d. h. einen unerwünschten Austritt des Laserstrahls 4, insbesondere über den sich zwischen der Belichtungseinrichtung 6 und der Prozesskammer 7 erstreckenden Spaltraum 12, aus der Vorrichtung 1 zu verhindern, eine wenigstens ein, insbesondere flächiges, aus einem geeigneten Abschirmmaterial, z. B. einem Stahl, gebildetes, Abschirmelement (nicht näher 40 bezeichnet) umfassende Abschirmgehäusekonstruktion 17, welche um die Gestellkonstruktion 11, an welcher die Belichtungseinrichtung 6 angeordnet ist, angeordnet ist. Die Abschirmgehäusekonstruktion 17 stellt eine Einhausung der Gestellkonstruktion 11, an welcher die Belich- 45 tungseinrichtung 6 angeordnet ist, dar, welche einen unerwünschten Austritt des Laserstrahls 4, insbesondere über den sich zwischen der Belichtungseinrichtung 6 und der Prozesskammer 7 erstreckenden Spaltraum 12, aus der Vorrichtung 1 verhindert. 50

Patentansprüche

1. Vorrichtung (1) zur additiven Herstellung dreidimen- 55 sionaler Objekte (2) durch sukzessive schichtweise selektive Belichtung und damit einhergehende sukzessive schichtweise selektive Verfestigung von

Baumaterialschichten aus einem verfestigbaren Baumaterial (3), umfassend

eine Prozesskammer (7), in welcher die sukzessive schichtweise selektive Belichtung und die damit einhergehende sukzessive schichtweise selektive Verfestigung jeweiliger Baumaterialschichten aus einem verfestigbaren Baumaterial (3) erfolgt, und

eine Belichtungseinrichtung (6), welche zur Erzeugung eines Laserstrahls (4) zur selektiven Belichtung und damit einhergehenden Verfestigung jeweiliger Baumaterialschichten eingerichtet ist, wobei

die Belichtungseinrichtung (6) an einer Gehäusekonstruktion (11) wärmeentkoppelt beabstandet von der Prozesskammer (7) angeordnet oder ausgebildet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass**

die Vorrichtung (1) eine Gestellkonstruktion (11) umfasst, an welcher die Belichtungseinrichtung (6) und die Prozesskammer (7) angeordnet oder ausgebildet sind, wobei die Belichtungseinrichtung (6) derart beabstandet von der Prozesskammer (7) an der Gestellkonstruktion (11) angeordnet oder ausgebildet ist, dass eine Änderung der Positionierung der Belichtungseinrichtung (6) an der Gestellkonstruktion (11) aufgrund der im Betrieb der Vorrichtung (1) über die Prozesskammer (7) in die Gestellkonstruktion (11) eingebrachten thermischen Energie nicht erfolgt, wobei die Belichtungseinrichtung (6) an wenigstens einem ersten Gestellkonstruktionsabschnitt (11a) und die Prozesskammer (7) an wenigstens einem weiteren Gestellkonstruktionsabschnitt (11b) angeordnet oder ausgebildet ist, wobei der wenigstens eine erste Gestellkonstruktionsabschnitt (11a) derart beabstandet von dem wenigstens einen weiteren Gestellkonstruktionsabschnitt (11b) angeordnet oder ausgebildet ist, dass eine Änderung der Positionierung der Belichtungseinrichtung (6) an der Gestellkonstruktion (11) aufgrund der im Betrieb der Vorrichtung (1) über die Prozesskammer (7) in die Gestellkonstruktion (11) eingebrachten thermischen Energie nicht erfolgt, wobei die Belichtungseinrichtung (6) an einem gesonderten Gestellkonstruktionsabschnitt (11a), welcher aus einem Material, insbesondere einem Metall, mit einem Wärmeausdehnungskoeffizienten in einem Bereich zwischen $0,5$ und $3,0 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ gebildet ist, angeordnet oder ausgebildet ist, oder

die Vorrichtung mehrere gesonderte wärmeentkoppelt voneinander beabstandet angeordnete Gestellkonstruktionen (11, 13) umfasst, wobei

die Belichtungseinrichtung (6) an einer ersten Gestellkonstruktion (11) und die Prozesskammer (7) an einer zweiten Gestellkonstruktion (13) angeordnet oder ausgebildet ist, wobei die Belichtungseinrichtung (6) an einem geson- 5 derten Gestellkonstruktionsabschnitt (11a), welcher aus einem Material, insbesondere einem Metall, mit einem Wärmeausdehnungskoeffizienten in einem Bereich zwischen 0,5 und $3,0 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ gebildet ist, angeordnet oder ausgebildet ist. 10

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen der Belichtungseinrichtung (6) und der Prozesskammer (7) ein einen Abstand zwischen der Belichtungseinrichtung (6) und der Prozesskammer (7) definierender Spaltraum (12) gebildet ist. 15
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **gekennzeichnet durch** wenigstens ein sich zwischen der Belichtungseinrichtung (6), insbesondere einem Laserstrahlauskopplungspunkt der Belichtungseinrichtung (6), über welchen ein Laserstrahl (4) aus der Belichtungseinrichtung (6), insbesondere einer der 20 Belichtungseinrichtung (6) zugehörigen Strahlableitvorrichtung, auskoppelt und einem Laserstrahleinkopplungspunkt, über welchen ein Laserstrahl (4) in einen durch die Prozesskammer (7) definierten Prozesskammerinnenraum (15) einkoppelt, und der Prozesskammer (7) angeordnetes oder ausgebildetes, insbesondere faltenbalgartiges oder hülsenartiges, Abschirmelement (16) zur Abschirmung des sich zwischen der Belichtungseinrichtung (6), insbesondere dem Laserstrahlaustrittspunkt der Belichtungseinrichtung (6), und der Prozesskammer (7), insbesondere dem Laserstrahleinkopplungspunkt der Prozesskammer (7), erstreckenden Laserstrahls (4). 25 30 35 40
4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** eine wenigstens ein Abschirmelement (16) umfassende Abschirmgehäusekonstruktion (17), welche um die Gestellkonstruktion (11), an welcher die Belichtungseinrichtung (6) angeordnet oder ausgebildet ist, angeordnet oder ausgebildet ist. 45

Claims

1. Apparatus (1) for the additive production of three-dimensional objects (2) by successive layer-by-layer selective exposure and associated successive layer-by-layer selective solidification of building material layers from a means of a laser beam (4) hardenable building material (3), comprising a process chamber (7), in which the successive layer-by-layer 50 55

selective exposure and the associated successive layer-by-layer selective solidification of the respective building material layers is carried out from a means of a laser beam (4) hardenable building material (3), and

an exposure device (6), which is set up for the generation of a laser beam (4) for selective exposure and associated solidification of the respective building material layers, wherein the exposure device (6) on a housing construction (11) heat-decoupled spaced from the process chamber (7) is arranged or formed, **characterised in that**

the device (1) comprises a frame construction (11) on which the exposure device (6) and the process chamber (7) are arranged or formed, wherein the exposure device (6) is arranged or formed so far from the process chamber (7) on the frame construction (11) that a change in the positioning of the exposure device (6) on the frame construction (11) due to the thermal energy introduced in the operation of the device (1) via the process chamber (7) into the frame construction (11) does not take place, wherein the exposure device (6) is arranged or formed on at least one first frame construction portion (11a) and the process chamber (7) is arranged or formed on at least one further frame construction portion (11b), wherein the at least one first frame construction portion (11a) so spaced from the at least one further frame construction portion (11b) is arranged or formed that a change in the positioning of the exposure device (6) at the frame construction (11) due to the thermal energy introduced in the operation of the device (1) via the process chamber (7) into the frame construction (11) wherein the exposure device (6) on a separate frame construction portion (11a), which is formed of a material, in particular a metal, having a coefficient of thermal expansion in a range between 0.5 and $3.0 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$, is arranged or formed, or

the device comprises several separate heat-decoupled spaced frame structures (11, 13), wherein the exposure device (6) on a first frame construction (11) and the process chamber (7) is arranged or formed on a second frame construction (13), wherein the exposure device (6) is arranged or formed on a separate frame construction section (11a), which is formed of a material, in particular a metal, with a thermal expansion coefficient in a range between 0.5 and $3.0 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$.

2. Device according to claim 1, **characterised in that** between the exposure device (6) and the process chamber (7) a distance between the exposure de-

vice (6) and the process chamber (7) defining gap space (12) is formed.

3. Device according to claim 2, **characterised by** at least one between the exposure device (6), in particular a laser beam decoupling point of the exposure device (6), via which a laser beam (4) from the exposure device (6), in particular one of the exposure device (6) associated beam deflection device, and a laser beam coupling point, via which a laser beam (4) is coupled into a process chamber interior (15) defined by the process chamber (7), and the process chamber (7) arranged or formed, in particular fold bellows or sleeve-like, shielding element (16) for shielding the process chamber (6), in particular, the laser beam outlet point of the exposure device (6), and the process chamber (7), in particular the laser beam coupling point of the process chamber (7), extending laser beam (4).
4. Device according to one of the preceding claims, **characterised by** at least one shielding element (16) comprising shield housing construction (17), which is arranged or formed around the frame construction (11), on which the exposure device (6) is arranged or formed.

Revendications

1. Dispositif (1) pour la fabrication additive d'objets tridimensionnels (2) par exposition sélective par couche successive et par couche de solidification sélective successivement des couches de matériaux de construction à partir d'un faisceau laser (4) matériaux de construction solidifiables (3), une chambre de process (7) dans laquelle s'effectue l'exposition sélective par couche successivement et la solidification sélective successivement par couche des couches de matériaux de construction à partir d'un matériau de construction solidifiable (3) à l'aide d'un faisceau laser (4), et un dispositif d'exposition (6) conçu pour la production d'un faisceau laser (4) pour l'exposition sélective et la solidification des couches de matériaux de construction correspondantes,

le dispositif d'exposition (6) est disposé ou formé sur une structure de boîtier (11) isolément de la chambre de process (7), **caractérisé en ce que:** le dispositif (1) comprend une structure de support (11) sur laquelle le dispositif d'exposition (6) et la chambre de process (7) sont disposés ou formés, le dispositif d'exposition (6) étant placé ou formé de manière à ce que le positionnement du dispositif d'exposition (6) sur la structure du support (11) ne soit pas modifié en raison de l'énergie thermique appor-

tée dans la structure du châssis lors du fonctionnement du dispositif (1) par l'intermédiaire de la chambre de traitement (7),

le dispositif d'exposition (6) est disposé ou formé sur au moins une première section de construction de châssis (11a) et la chambre de process (7) sur au moins une autre section de structure (11b), dont au moins une première section de structure (11a) est disposée ou formée d'au moins une autre section de structure (11b) de telle sorte qu'il n'y a pas de modification du positionnement du dispositif d'exposition (6) sur la structure du support (11) en raison de l'énergie thermique apportée dans la structure de montage (11) lors du fonctionnement du dispositif (1) par l'intermédiaire de la chambre de traitement (7);

le dispositif d'exposition (6) est disposé ou formé sur une section distincte de structure (11a) formée d'un matériau, et notamment d'un métal, avec un coefficient de dilatation thermique dans une plage comprise entre $0,5$ et $3,0 \times 10^{-6} K^{-1}$, ou le dispositif comprend plusieurs structures de châssis séparées isolément isolément (11, 13), le dispositif d'exposition (6) étant disposé ou formé sur une première structure de châssis (11) et la chambre de process (7) sur une deuxième structure de châssis (13), le dispositif d'exposition (6) étant disposé ou formé sur une section de structure séparée (11a), formée ou formée d'un matériau, notamment un métal, avec un coefficient de dilatation thermique dans une plage comprise entre $0,5$ et $3,0 \times 10^{-6} K^{-1}$.

2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'il** est formé entre le dispositif d'exposition (6) et la chambre de procédé (7) une distance entre le dispositif d'exposition (6) et la chambre de traitement (7), qui définit le rêve (12).

3. Dispositif selon la revendication 2, **caractérisé par** au moins un couplage entre le dispositif d'exposition (6), en particulier un point d'interconnexion de faisceau laser du dispositif d'exposition (6), par lequel un faisceau laser (4) est couplé du dispositif d'exposition (6), en particulier un dispositif de dégagement de faisceau associé au dispositif d'exposition (6), et un point d'accouplement de faisceau laser par lequel un faisceau laser (4) est couplé dans un espace intérieur de chambre de procédé défini par la chambre de process (7) et la chambre de traitement (7), placé ou formé, en particulier un faisceau laser (4) couplé dans un espace intérieur (15) défini par la chambre de procédé (7), et la chambre de traitement (7), placée ou formée, en particulier un faisceau laser (4) couplé dans un espace intérieur de chambre de process défini par la chambre de process (7), et la chambre de traitement (7), placée ou formée, en

particulier un faisceau laser (4) couplé dans un espace intérieur de chambre de process défini par la chambre de process (7), et la chambre de traitement (7), placée ou formée, en particulier un faisceau laser (4) couplé dans un espace intérieur de chambre de process défini par la chambre de process (7), et la chambre de traitement (7), placée ou formée, en particulier par un faisceau laser (4) couplé dans un espace intérieur de chambre de process défini par la chambre de process (7), et la chambre de process (7), placée ou formée entre le dispositif d'exposition (6), et un point d'interconnexion laser par lequel un faisceau laser (4) est couplé dans un intérieur de chambre de process défini par la chambre de process (7) et la chambre de traitement (7), disposée ou formée, notamment par un faisceau laser (4) couplé dans un espace intérieur (15) défini par la chambre de process (7), et la chambre de traitement (7), placée ou formée, en particulier un faisceau laser (4) couplé dans un espace intérieur (15) défini par la chambre de procédé (7), et la chambre de traitement (7), placée ou formée, en particulier un faisceau laser (4) couplé dans un intérieur de chambre de process (15) défini par la chambre de process (7), et la chambre de traitement (7), placée ou formée, en particulier, le point de sortie du faisceau laser du dispositif d'exposition (6) et de la chambre de traitement (7), en particulier le point d'interconnexion du faisceau laser de la chambre de traitement (7), qui s'étendant (4).

4. Dispositif selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé par** une structure de boîtier de blindage comprenant au moins un élément de blindage (16) (17) disposée ou formée autour de la structure du châssis (11) sur laquelle le dispositif d'exposition (6) est disposé ou formé.

40

45

50

55

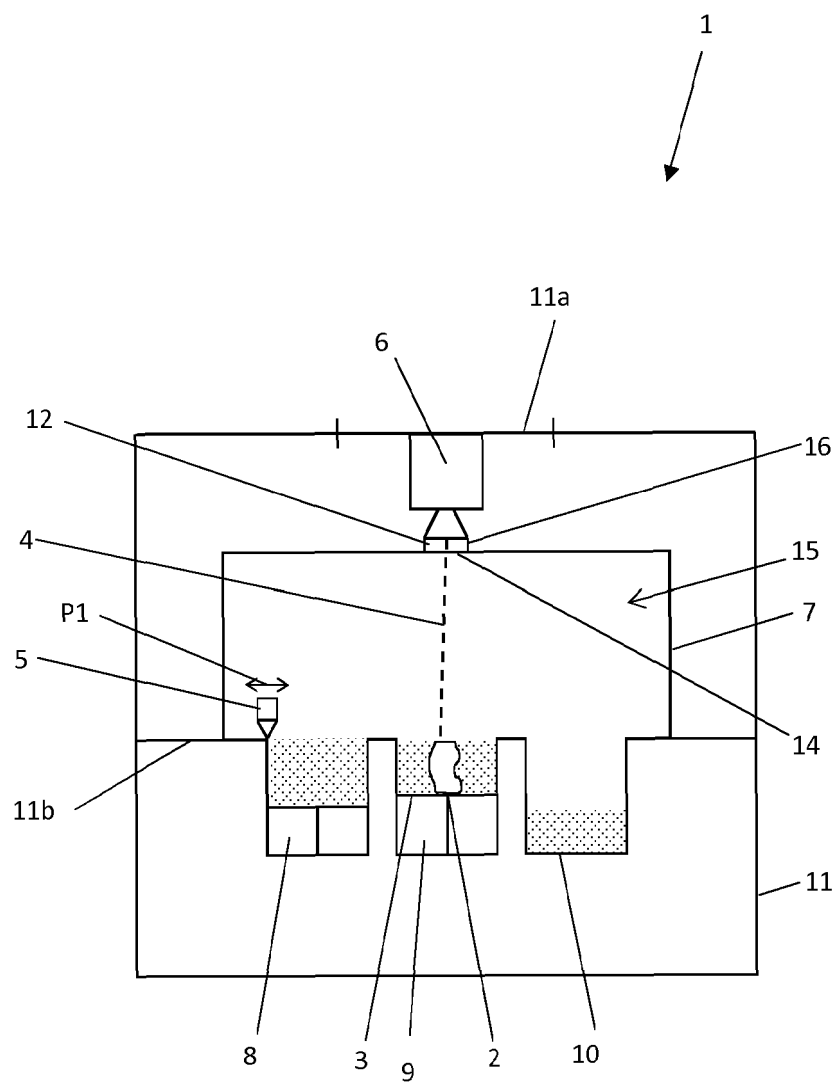


Fig. 1

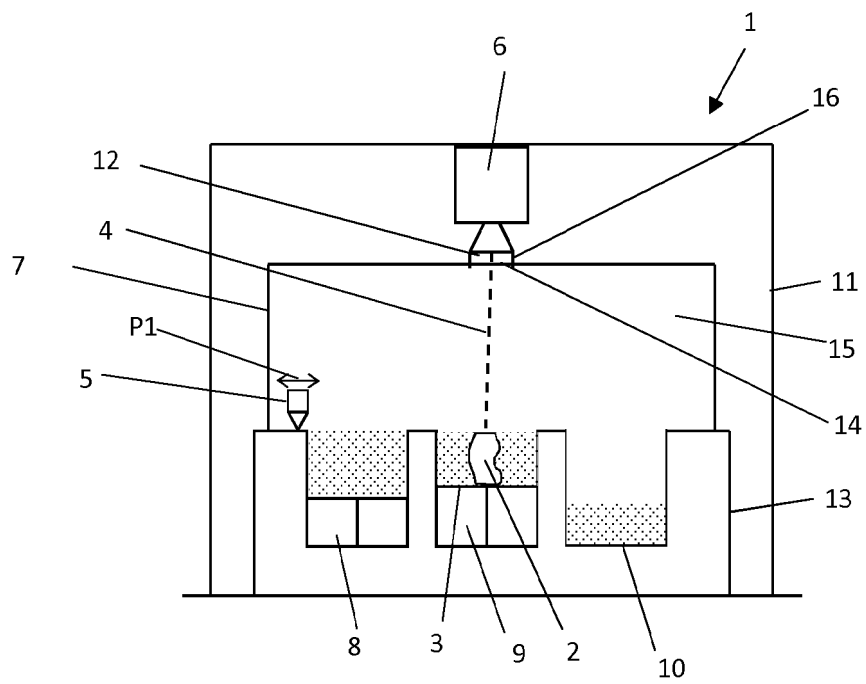


Fig. 2

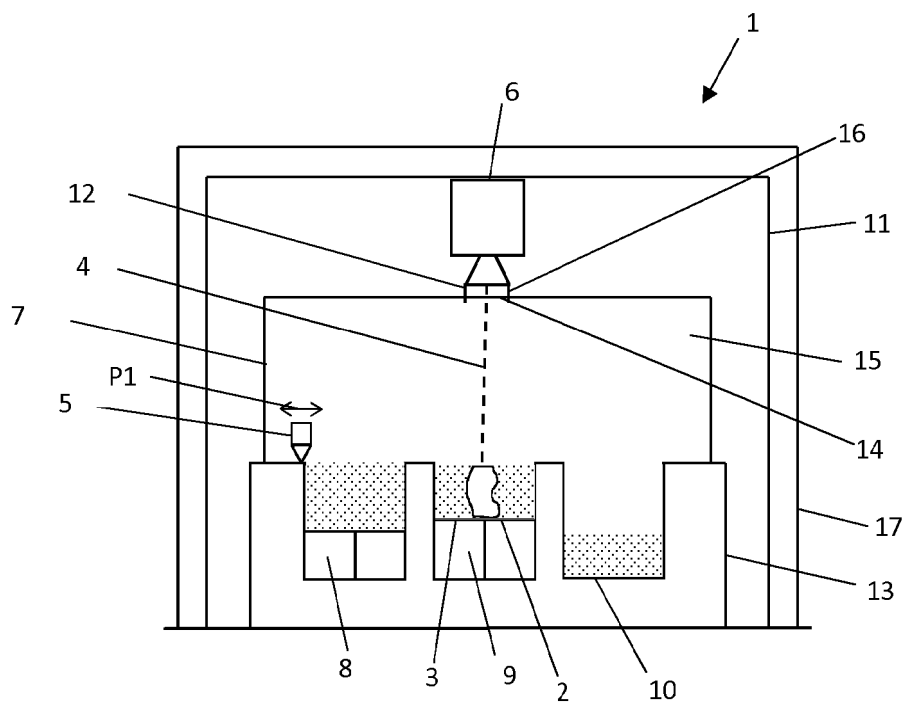


Fig. 3

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1600282 A [0003]